

## RL78/G10

### 平方根プログラム CC-RL

R01AN3079JJ0100

Rev. 1.00

2016.02.03

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/G10 での 32bit の平方根を求めるプログラムを説明します。インタフェース条件は C 言語に合わせて、入力パラメータは BC と AX レジスタ、出力は BC レジスタとします。

#### 対象デバイス

RL78/G10

本アプリケーションノートは、他の RL78/G シリーズへの適用も想定に入れております。ただし、実際に適用する場合は、そのマイコンの仕様にあわせて、十分評価してください。

## 目次

1. 仕様 .....	3
2. 動作確認条件 .....	3
3. ソフトウェア説明 .....	4
3.1 動作概要 .....	4
3.2 平方根演算の考え方 .....	4
3.3 ライブラリ関数 (サブルーチン) 一覧 .....	6
3.4 ライブラリ関数 (サブルーチン) 仕様 .....	6
3.5 ライブラリ関数 (サブルーチン) 使用方法 .....	6
3.6 プログラムのフローチャート .....	7
4. サンプルコード .....	9
5. 参考ドキュメント .....	9

## 1. 仕様

本アプリケーションノートでは、できるだけ少ないメモリで動作する 32bit の平方根を求めるプログラムを示します。インタフェース条件は C 言語に合わせて、入力パラメータは BC と AX レジスタ、出力は BC レジスタとしていますので、C 言語のプログラムから簡単に呼び出すことができますようにします。

表 1.1に本アプリケーションノートが対象とする演算処理を示します。

表 1.1 対象とする演算処理

機能	動作概要
平方根演算	32bit を入力してその平方根 (16bit) を求めます。

## 2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/G10 (R5F10Y16)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"><li>● 高速オンチップオシレータ (HOCO) クロック : 20MHz</li><li>● CPU/周辺ハードウェア・クロック : 20MHz</li></ul>
動作電圧	5.0V (2.9V~5.5V で動作可能) SPOR 検出電圧 : 立ち下がり VDD < 2.84V 立ち上がり VDD ≥ 2.90V
統合開発環境 (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V3.01.00
アセンブラ (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.01.00
統合開発環境 (e <sup>2</sup> studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e <sup>2</sup> studio V4.0.2.008
アセンブラ (e <sup>2</sup> studio)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.01.00
使用環境	RL78/G10 シミュレータ

### 3. ソフトウェア説明

#### 3.1 動作概要

本アプリケーションノートの演算処理では、引数として BC と AX レジスタで渡されたデータに対する平方根を求め、戻り値として BC レジスタに演算結果を戻します。プログラムをできるだけ小さくするために、拡張性は意識せず、できるだけレジスタを使って処理を行っています。また、本アプリケーションノートで提供するサンプルプログラムは、平方根を算出するサブルーチンのみとなります。main 処理部はありませんのでご注意ください。

#### 3.2 平方根演算の考え方

コンピュータで平方根を求める際に用いられる方法はいくつかありますが、ここでは開平法と呼ばれるアルゴリズムを使用します。「H8/300H Tiny シリーズ」の「32 ビット 2 進数平方根」のアプリケーションノート (RJJ06B0075) に示されたアルゴリズムと同一です。

##### (1) 作業用のレジスタ／メモリ

使用するレジスタ及びメモリを表 3.1 に、その構成を図 3.1 に示します。

表 3.1 使用するレジスタ及びメモリ

レジスタ／メモリ	概要
AX レジスタ	入力データ下位及びそのシフト作業領域下位
BC レジスタ	入力データ上位及びそのシフト作業領域上位
DE レジスタ	作業領域
HL レジスタ	答え領域
DIGITU1	作業領域の拡張領域
DIGITU2	答え領域の拡張領域

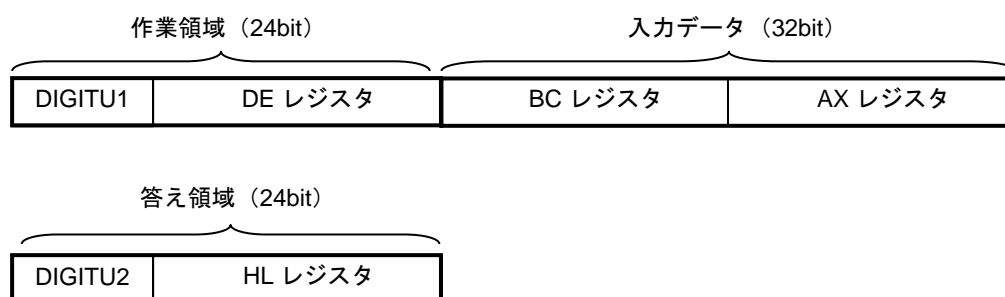


図 3.1 使用するレジスタ及びメモリの構成

作業領域は 0 でクリアされた初期状態から、計算のために入力データを右から左に 2bit ずつシフトインしていきます。

答え領域は、計算の各段階での答えを保持し、計算毎に 1bit 左シフトしていき、24bit の LSB が 1 の状態で作業領域からの引き算に使用します。最終的な結果は 16bit ですが、計算結果の値は 1bit 左シフトされた値となり 17bit になっています。このため、計算作業用としては 16bit だけでは処理できないために HL レジスタの上位に 8bit 変数 DIGITU2 を追加しています。

## (2) プログラムの動作

このプログラムの動作は次のようになります。

- ① 作業用の DE レジスタ, 変数 DIGITU1, 答え用の HL レジスタ及び変数 DIGITU2 を 0 で初期化しておきます。
- ② 入力した 32bit のデータを作業用の DE レジスタ及び変数 DIGITU1 に 2bit 単位でシフトインします。

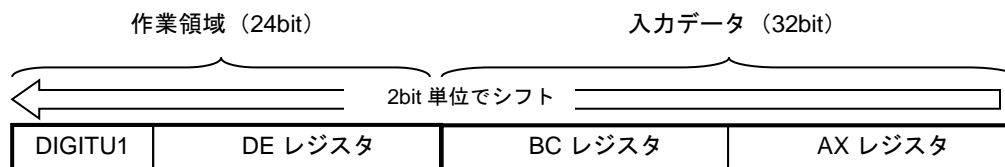


図 3.2 入力データのシフトイン

- ③ 答え用の HL レジスタ及び変数 DIGITU2 を 1bit 左にシフトし, L レジスタの LSB を 1 にセットします。



図 3.3 答え領域の準備

- ④ 作業領域から答え領域を引き算します。

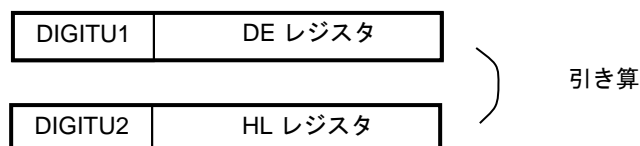


図 3.4 作業領域から答え領域を引く

- ⑤ 引けた場合には答え領域 (実際には L レジスタだけ) に 1 を加算します。その時点の答えの 2 倍となる値が格納された状態になります。L レジスタの値は xxxx xx01B となっているので, 1 加算しても xxxx xx10B となり, 上位への桁上げは考慮する必要はありません。
- ⑥ 引けなかった場合には作業領域を元に戻し, L レジスタの LSB を 0 にします。答え領域にはその時点での答えの 2 倍となる値が格納されています。
- ⑦ ②~⑥の処理を 16 回繰り返します。
- ⑧ 答え領域を 1 ビット右シフトすることで答えが得られるので, 答えを BC レジスタに設定します。

このプログラムでは一切の例外処理は行いません。そのため, 全ての入力データに対して 16 回の演算を行います。

### 3.3 ライブラリ関数（サブルーチン）一覧

表 3.2 にライブラリ関数一覧を示します。

表 3.2 ライブラリ関数(サブルーチン) 一覧

関数（サブルーチン）名	概要
__ssqrt	32bit データの平方根演算

### 3.4 ライブラリ関数（サブルーチン）仕様

サンプルコードのライブラリ関数（サブルーチン）仕様を示します。

[関数名] \_\_ssqrt

概要	32bit 入力の平方根演算処理	
説明	入力された 32bit データの平方根を計算して、結果の 16bit を戻す。	
引数	BC レジスタ	入力データの上位 16bit
	AX レジスタ	入力データの下位 16bit
リターン値	BC レジスタ	演算結果の 16bit データ
備考	AX レジスタにも同じ値を格納して戻る。	
	スタックは呼び出し処理の 4 バイト、内部処理で 2 バイト及びレジスタ値破壊対策で 4 バイト使用する。	

### 3.5 ライブラリ関数（サブルーチン）使用方法

このプログラムはライブラリとして作成しています。ライブラリとして組み込む場合には SQRTLIB.lib をプロジェクトに追加してください。アプリケーションの一部として組み込む場合には、SQRTLIB.asm をプロジェクトに追加してください。

このプログラムではアセンブラ用に「SSQRT」が C 言語用に「\_\_ssqrt」が設定されています。アセンブラから使用する際には以下の宣言をしておいてください。

```
.EXTERN    SSQRT                ; 32bit 平方根
```

その上で以下の例のように BC レジスタに上位 16bit、AX レジスタに下位 16bit を設定して、SSQRT をサブルーチンコールします。平方根を計算した結果が BC レジスタに（及び AX レジスタにも）設定されて戻ってきます。

```
MOVW AX,    #0x3C44            ; 下位桁の設定
MOVW BC,    #0x0017            ; 上位桁の設定
CALL !SSQRT                    ; 平方根
```

C 言語で本プログラムを使用する場合は、以下のプロトタイプ宣言をしてください。

```
uint16_t __ssqrt(uint32_t);
```

3.6 プログラムのフローチャート

図 3.5 と図 3.6 に平方根演算のフローチャートを示します。

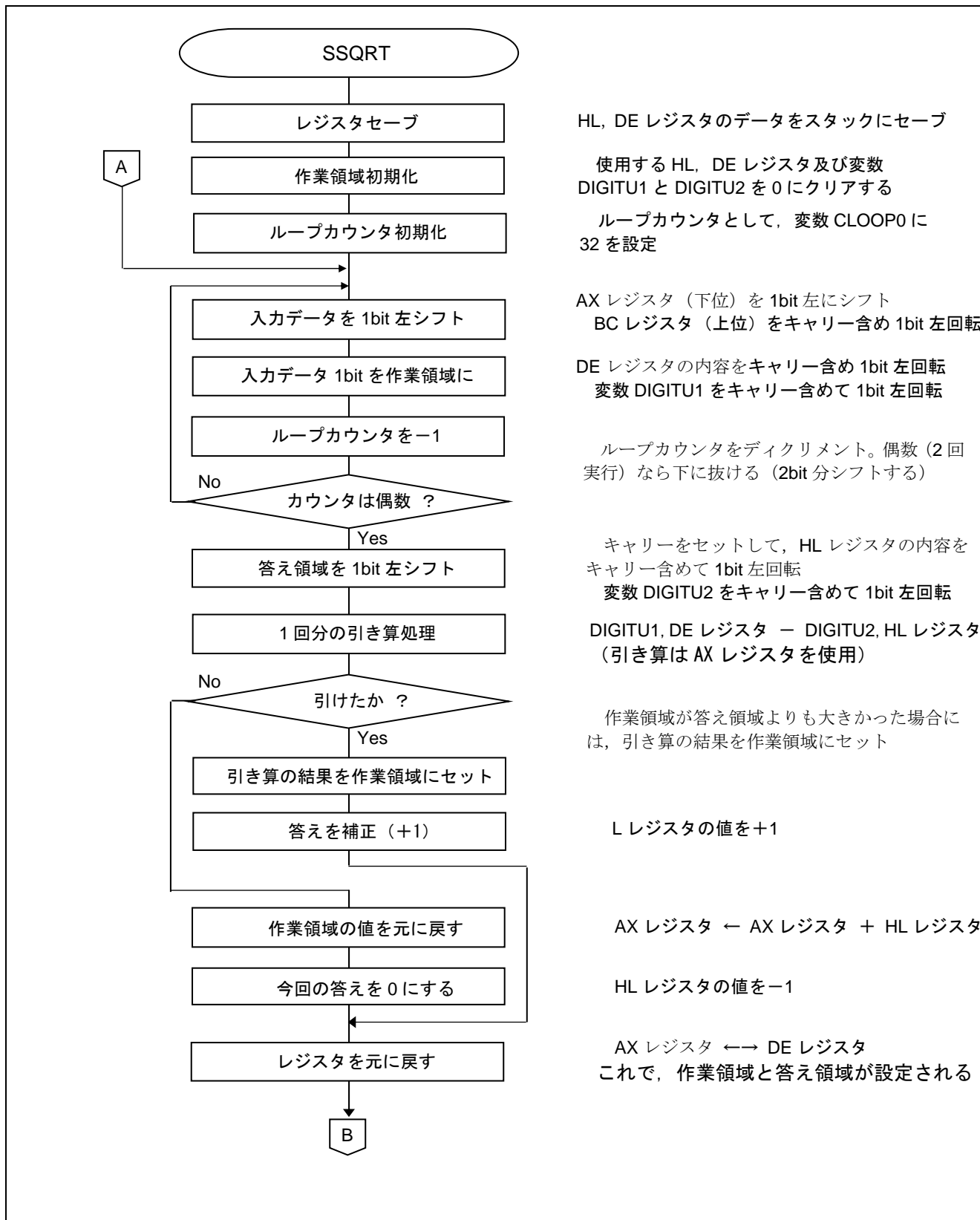


図 3.5 平方根演算のフローチャート (1/2)

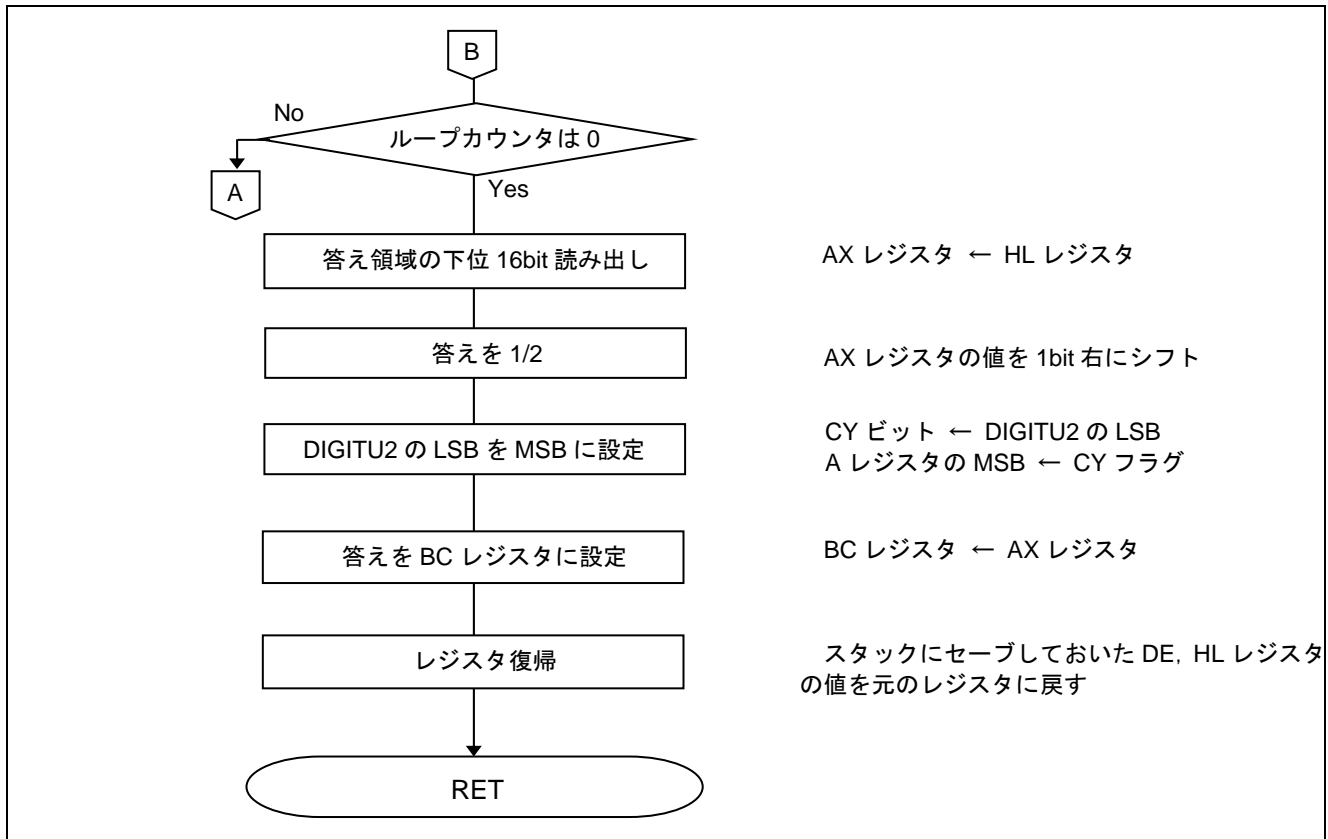


図 3.6 平方根演算のフローチャート (2/2)



#### 4. サンプルコード

サンプルコードは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

#### 5. 参考ドキュメント

RL78/G10 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0384J)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015J)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

#### ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

改訂記録	RL78/G10 平方根プログラム CC-RL
------	----------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2016.02.03	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

### 1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。

外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレス（予約領域）がありません。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部 ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置等  
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

営業お問い合わせ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問い合わせ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問い合わせ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>